

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Hipertensi

2.1.1 Definisi Hipertensi

Penyakit tekanan darah tinggi atau hipertensi merupakan suatu kondisi yang ditandai dengan peningkatan tekanan darah pada dinding pembuluh darah arteri. Kondisi ini menyebabkan jantung bekerja lebih keras untuk memompa darah ke seluruh tubuh melalui pembuluh darah. Hal ini dapat menghambat aliran darah, merusak pembuluh darah, hingga menyebabkan penyakit degeneratif, bahkan kematian. Hipertensi seringkali tidak menunjukkan gejala yang spesifik, oleh karena itu hipertensi dijuluki sebagai *silent killer* atau pembunuh diam-diam. Menurut beberapa penelitian, penderita hipertensi memiliki risiko tinggi terkena stroke dan serangan jantung (Sari, 2022).

Hipertensi adalah kondisi dimana tekanan darah melebihi batas normal. Normalnya tekanan darah seseorang yaitu 120/80 mmHg. Jika tekanan darah melebihi 140/90 mmHg maka dapat dikategorikan sebagai hipertensi. Penyakit ini sering ditemukan pada orang dewasa, terutama lansia. Kasus hipertensi sebagian besar tidak diketahui penyebabnya dengan pasti atau dapat dikategorikan sebagai hipertensi esensial. Namun ada beberapa faktor lain yang menyebabkan hipertensi seperti diabetes, penyakit ginjal, gangguan organ, efek samping dari obat-obatan lain, kehamilan dan penyakit jantung. Hipertensi dapat dicegah dengan cara hidup sehat, seperti mengurangi garam, mengonsumsi makanan bergizi, olahraga secara teratur, serta menghindari kebiasaan merokok dan mengonsumsi alkohol (Dafriani, 2019).

2.1.2 Klasifikasi Tekanan Darah

Hipertensi dikenal sebagai silent killer karena gejalanya tidak terlihat secara langsung, tetapi bisa menyebabkan kerusakan organ dalam tubuh (Fatima and Mahmood, 2021).

Tabel 2.1 Klasifikasi hipertensi berdasarkan World Health Organization (WHO) dan International Society of Hypertension Working Group (ISHWG)

Klasifikasi	Sistole (mmHg)	Diastole (mmHg)
Optimal	< 120	< 80
Normal	< 130	< 85
Normal tinggi	130-139	85-89
Tingkat 1 (Hipertensi Ringan)	140-159	90-99
Sub-group: perbatasan	140-149	90-94
Tingkat 2 (Hipertensi Sedang)	160-179	100-109
Tingkat 3 (Hipertensi Berat)	≥ 180	≥ 110
Hipertensi sistol terisolasi (Isolated systolic hypertension)	≥ 140	< 90
Sub-group: perbatasan	140-149	< 90

(Sumber: *World Health Organization* (WHO) dan *International Society of Hypertension Working Group* (ISHWG))

2.1.3 Faktor Risiko Hipertensi

a) Genetik

Genetik merupakan faktor risiko hipertensi yang tidak dapat diubah. Orang yang memiliki riwayat keluarga hipertensi lebih berisiko terkena hipertensi dibanding keluarga yang tidak memiliki riwayat hipertensi (Sari, 2022).

b) Usia

Semakin bertambahnya usia, semakin besar kemungkinan terkena hipertensi. Hal ini disebabkan karena perubahan pada struktur pembuluh darah, seperti penyempitan saluran dan penurunan elastisitas dinding pembuluh darah, yang menyebabkan peningkatan tekanan darah (Sari, 2022).

c) Jenis kelamin

Laki-laki maupun perempuan memiliki faktor risiko terkena hipertensi, namun laki-laki lebih berisiko terkena hipertensi sebelum usia 45 tahun. Sedangkan perempuan memiliki faktor risiko hipertensi pada masa menopause yaitu berusia 65

tahun ke atas, karena pada saat perempuan memasuki masa menopause, akan lebih berisiko mengalami obesitas yang bisa menyebabkan terjadinya hipertensi (Suryani *et al.*, 2018).

d) Obesitas

Obesitas dapat menjadi pemicu hipertensi karena mengganggu kelancaran aliran darah. Penderita obesitas umumnya memiliki kadar lemak darah yang tinggi (hiperlipidemia), yang dapat memicu terbentuknya aterosklerosis atau penyempitan pembuluh darah. Kondisi ini disebabkan oleh penumpukan plak aterom yang berasal dari lemak. Penyempitan pembuluh darah tersebut membuat jantung harus bekerja lebih keras untuk memompa darah agar kebutuhan oksigen dan nutrisi tubuh tetap terpenuhi, sehingga tekanan darah menjadi meningkat (Indah Sari, 2016).

e) Kurang aktivitas fisik

Olahraga sangat bermanfaat bagi tubuh terutama organ jantung dan paru-paru. Olahraga secara teratur dapat membantu mencegah penyakit seperti hipertensi (Prasetyaningrum, 2014). Kurangnya aktivitas fisik dapat mengakibatkan peningkatan kadar kolesterol dan tekanan darah yang meningkat sehingga menyebabkan hipertensi (Dafriani, 2022).

f) Kebiasaan merokok dan konsumsi alkohol

Merokok dapat menyebabkan denyut jantung serta kebutuhan oksigen yang harus disalurkan ke otot jantung meningkat. Pada individu yang mengalami aterosklerosis atau penumpukan lemak di pembuluh darah, kebiasaan merokok dapat memperburuk kondisi hipertensi dan meningkatkan risiko penyakit degeneratif lainnya seperti stroke dan gangguan jantung. Selain itu, kandungan karbon monoksida dalam rokok mampu berikatan dengan hemoglobin, menyebabkan darah menjadi lebih kental, sehingga jantung harus bekerja lebih keras untuk menyalurkan oksigen yang cukup ke seluruh jaringan dan organ tubuh (Indah Sari, 2016).

2.1 Etiologi

Hipertensi digolongkan menjadi dua, yaitu hipertensi esensial (primer) dan hipertensi sekunder. Sekitar 90% kasus hipertensi menderita hipertensi esensial

(primer) yaitu kondisi yang belum diketahui penyebabnya. Faktor lain yang dapat mempengaruhi terjadinya hipertensi esensial adalah faktor genetik, psikologis, stress, serta faktor lingkungan dan diet (peningkatan penggunaan garam dan berkurangnya asupan kalium atau kalsium). Satu-satunya tanda hipertensi primer adalah meningkatnya tekanan darah. Seringkali gejala hipertensi baru terlihat ketika terjadi komplikasi seperti ginjal, mata, otak, dan jantung.

Sedangkan hipertensi sekunder memiliki penyebab yang pasti sehingga pengobatannya dapat lebih spesifik dan efektif. Hipertensi sekunder disebabkan oleh penyakit lain seperti penyakit ginjal, kelainan hormonal, atau penggunaan obat tertentu (Dafriani, 2019).

2.2 Epidemiologi

Secara epidemiologi hipertensi mengakibatkan kematian 40 juta orang pertahun. Sekitar 15 juta orang yang berusia 30-69 meninggal akibat penyakit hipertensi terutama di negara berkembang. Penyakit kardiovaskular merupakan penyebab kematian terbanyak yaitu sekitar 17, 7 juta pertahun, dan hipertensi juga termasuk salah satu faktor risikonya (WHO, 2014).

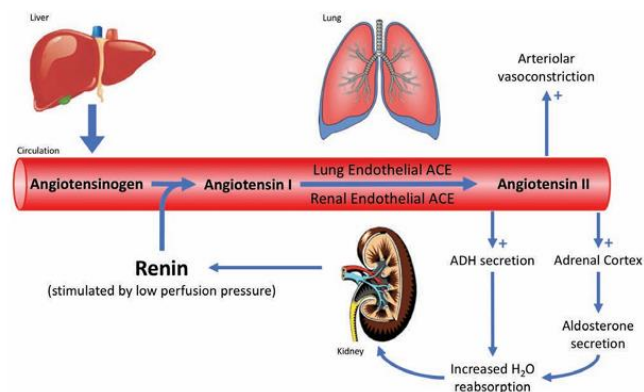
Menurut pedoman ACC/AHA (2017), definisi hipertensi terdapat perubahan dari tekanan darah 140/90 mmHg menjadi 130/80 mmHg. Oleh karena itu, prevalensi hipertensi mengalami peningkatan yang signifikan. Meskipun prevalensi hipertensi meningkat, yang memerlukan terapi obat hanya 1,9% karena pasien yang baru didiagnosis hipertensi hanya memerlukan terapi non farmakologi (Dipiro *et al*, 2020).

Prevalensi hipertensi di seluruh dunia pada usia 30-79 tahun mencapai 1,28 miliar atau sekitar 2/3 dari total populasi (WHO, 2021). Prevalensi penderita hipertensi di Indonesia dari tahun 2013 ke tahun 2018 mengalami peningkatan yaitu dari 25,8% ke 34,1% (Kurnianto *et al.*, 2020). Berdasarkan jenis kelamin, prevalensi penderita hipertensi pada laki-laki lebih banyak dibandingkan dengan perempuan. Meskipun prevalensi perempuan setelah usia lebih dari 60 tahun lebih banyak dibandingkan laki-laki (Choi *et al.*, 2019). Sedangkan berdasarkan usia menunjukkan bahwa prevalensi hipertensi lebih tinggi pada kelompok usia lanjut dibandingkan dengan kelompok usia dewasa. (Everett & Zajacova, 2015).

2.3 Patofisiologi

Ketika jantung bekerja lebih keras memompa darah, aliran darah di dalam pembuluh darah utama (arteri) juga menjadi lebih kencang, maka dari itu arteri menjadi kaku dan tekanan darah pun meningkat (Dafriani, 2019).

Tekanan darah dikendalikan oleh beberapa mekanisme dalam tubuh. Jika mekanisme ini mengalami gangguan maka akan mengakibatkan penyakit hipertensi. Terdapat beberapa gangguan yang bisa menyebabkan darah tinggi yaitu masalah pada sistem hormon tertentu (seperti sistem renin-angiotensin), kelainan pada saraf, gangguan aliran darah di pembuluh darah kecil, masalah pada keseimbangan garam, kalsium, dan hormon lainnya dalam tubuh. Semua gangguan ini saling berkaitan dan mempengaruhi satu sama lain (Dipiro *et al*, 2020).



Gambar 2.1 Renin Angiotensin Aldosterone System (RAAS)

(sumber: Khwaja *et al.*, 2018)

Ada beberapa faktor yang saling berkaitan dalam memengaruhi tekanan darah. Faktor utamanya yaitu faktor hormonal seperti hormon natriuretik, *Renin Angiotensin Aldosterone System* (RAAS) atau gangguan elektrolit yaitu natrium, klorida, dan kalium. Hormon natriuretik menyebabkan penumpukan garam di dalam sel, dan ini akan mengakibatkan tekanan darah menjadi lebih tinggi. RAAS yaitu mengatur keseimbangan garam, kalium, dan volume darah. Sistem RAAS terdapat dua hormone yaitu angiotensin II dan aldosteron. Angiotensin II bekerja dengan cara menyempitkan pembuluh darah, menyebabkan pelepasan zat-zat yang meningkatkan tekanan darah, dan merangsang produksi hormon aldosteron yang

berperan pada peningkatan tekanan darah. Tekanan darah meningkat karena penyempitan pembuluh darah yang mengakibatkan jantung bekerja lebih keras. Aldosteron meningkatkan reabsorpsi natrium dan air di ginjal, sehingga volume darah meningkat. Hal ini mengakibatkan tekanan pada jantung meningkat dan meningkatkan tekanan darah. Parameter tekanan darah yaitu tekanan sistolik (saat jantung memompa) dan tekanan diastolik (saat jantung beristirahat) (Bell Kayce *et al.*, 2014).

2.4 Tanda dan Gejala Hipertensi

Hipertensi seringkali tidak memiliki gejala, gejala hipertensi muncul ketika sudah terjadi komplikasi berbahaya. Berikut beberapa tanda dan gejala pada hipertensi:

1. **Sakit kepala**

Sakit kepala sering kali terjadi pada pasien hipertensi. Gejala ini dirasakan pada pasien hipertensi krisis, yang memiliki tekanan darah 180/120 mmHg atau bahkan lebih.

2. **Gangguan penglihatan**

Salah satu komplikasi dari tekanan darah adalah gangguan penglihatan. Tanda ini dapat terjadi secara tiba-tiba atau perlahan. Gangguan penglihatan yang dapat terjadi salah satunya adalah retinopati hipertensi. Penyebab gangguan penglihatan yaitu karena pembuluh darah dapat pecah ketika terjadi peningkatan tekanan darah sehingga penglihatan mata menurun.

3. **Mual dan muntah**

Mual dan muntah dapat terjadi secara tiba-tiba. Gejala mual dan muntah terjadi karena peningkatan tekanan darah di dalam kepala dan hipertensi merupakan salah satu faktor resiko terjadinya peningkatan tekanan darah di dalam kepala.

4. **Nyeri dada**

Orang yang menderita hipertensi seringkali mengalami gejala nyeri dada. Gejala ini terjadi akibat adanya penyumbatan pembuluh darah pada organ jantung. Nyeri dada juga dapat menjadi pemicu terjadinya serangan jantung yang diakibatkan oleh hipertensi.

5. Sesak nafas

Hipertensi dapat menyebabkan gagal jantung kongestif, salah satu gejalanya adalah sesak nafas. Hal ini terjadi karena jantung yang membesar sehingga gagal memompa darah.

6. Wajah yang memerah

Wajah akan memerah ketika pembuluh darah di wajah membesar. Penyebabnya terdapat beberapa faktor yaitu paparan sinar matahari, cuaca dingin, makanan pedas, angin, minuman panas dan produk perawatan kulit. Meskipun terdapat beberapa faktor, wajah memerah juga menjadi salah satu gejala hipertensi yang disebabkan karena tekanan darah meningkat lebih dari biasanya (Dafriani, 2019).

2.6 Terapi Hipertensi

2.6.1 Terapi Farmakologi

Pengobatan hipertensi bertujuan untuk menurunkan tekanan darah dan untuk mencegah komplikasi kardiovaskular. Jika tekanan darah tidak diturunkan akan mengganggu fungsi tubuh lainnya, seperti ginjal, otak, dan jantung. Berikut beberapa jenis obat yang dapat menurunkan tekanan darah (Dafriani, 2019):

1. Diuretik

Diuretik merupakan pengobatan lini pertama untuk penderita Hipertensi. Diuretik tiazid adalah salah satu obat yang paling banyak digunakan dan harganya terjangkau. Tiazid lebih efektif daripada diuretic loop ketika dikonsumsi pada pasien yang didiagnosis hipertensi esensial dan fungsi ginjalnya relatif normal. Namun, tiazid kurang efektif untuk pasien dengan insufisiensi ginjal (kreatinin serum lebih dari 200 $\mu\text{mol/L}$), dan sebagai penggantinya harus digunakan diuretic loop. Diuretik bila digunakan secara kombinasi dapat meningkatkan efikasi obat antihipertensi kelas lain. Diuretik memiliki efek samping. Efek samping diuretik yaitu peningkatan kolesterol serum, disfungsi ereksi, peningkatan kadar glukosa dan asam urat. Namun, diuretik umumnya jarang menimbulkan efek samping, kecuali jika digunakan dalam dosis tinggi (Ardiana, 2022).

2. *β blocker*

β blocker merupakan obat antihipertensi yang dapat mengurangi morbiditas dan mortalitas kardiovaskular. Obat ini tidak disarankan untuk pasien yang memiliki penyakit asma, pembuluh darah perifer yang parah dan penyakit blok jantung tingkat 2 dan 3 karena terdapat kontra indikasi. *β blocker* tidak dapat menurunkan tekanan darah di aorta jika dibandingkan dengan obat lain, namun *β blocker* dapat menurunkan tekanan darah sistolik brakialis. *β blocker* dapat meningkatkan resistensi vaskular perifer namun denyut jantung berkurang (Ardiana, 2022).

3. *Angiotensin converting enzyme* (ACE inhibitor)

Golongan obat ACE inhibitor merupakan obat antihipertensi yang efektif menurunkan risiko kardiovaskular pada penderita kardiovaskular tinggi. ACE inhibitor juga terbukti dapat mengurangi morbiditas dan mortalitas pada pasien yang memiliki gagal jantung kongestif.

Efek samping yang umum terjadi adalah batuk, angioedema dan penurunan fungsi ginjal pada pasien dengan penyakit renovaskular. Selama pengobatan, kalium dan kreatinin harus diperiksa sebelum inisiasi. Pada pasien usia lanjut yang memiliki penyakit gangguan ginjal harus dilakukan pemeriksaan kreatinin serum dan kalium selama dua minggu setelah inisiasi atau peningkatan dosis. Setiap peningkatan kreatinin serum dan kalium harus diverifikasi dan dipantau. Jika dalam waktu dua bulan terjadi hiperkalemia ($> 5,6$ mmol/L) atau peningkatan kreatinin serum lebih dari 30% dari nilai awal, maka dosis ACE inhibitor yang digunakan harus dikurangi atau dihentikan (Ardiana, 2022).

4. *Calcium Channel Blocker* (CCB)

Obat golongan ini dapat menurunkan tekanan darah yang terbukti aman dan efektif, baik sebagai pengobatan lini pertama atau kombinasi dengan kelas obat antihipertensi lainnya. CCB memiliki profil keamanan yang baik digunakan pada pasien hipertensi dan tidak memiliki efek samping metabolik (Ardiana, 2022)

Obat CCB biasanya diberikan setelah obat beta blocker tidak lagi efektif

menurunkan tekanan darah atau mengatasi nyeri dada (angina). CCB bekerja dengan cara melebarkan pembuluh darah sehingga jantung tidak perlu bekerja terlalu keras (PERKI, 2015). Efek samping obat CCB dapat mengakibatkan wajah memerah dan bengkak terutama pada pasien dengan tekanan darah sangat tinggi (Kaplan., 2014).

5. *Angiotensin Receptor Blocker (ARB)*

ARB bisa menjadi pengganti ACE inhibitor jika pasien mengalami efek samping batuk. Namun obat ini tidak boleh dikonsumsi oleh ibu hamil. Semua obat golongan ARB memiliki keefektifan yang hampir sama dalam menurunkan tekanan darah (Dipiro *et al.*, 2015).

Tabel 2.2 Obat – obatan Anti-Hipertensi

Kelompok	Nama Obat	Dosis (mg)	Penggunaan
Diuretik (Thiazide)	Klortalidon	12,5 - 25	1 kali sehari
	Hidroklortiazid	25 - 50	1 kali sehari
ACE-I	Captopril	12,5-50	2 – 3 kali sehari
	Enalapril	5 – 40	1 – 2 kali sehari
	Lisinopril	10-40	1 kali sehari
	Ramipril	2,5 – 20	1 – 2 kali sehari
ARB	Kandesartan	8 – 32	1 kali sehari
	Irbesartan	150 – 300	1 kali sehari
	Losartan	50 – 100	1 – 2 kali sehari
	Teramisartan	20 – 80	1 kali sehari
	Valsartan	80 – 320	1 kali sehari

(Sumber: Sukmawan *et al.*, 2022)

2.6.1 Terapi Non Farmakologi

Terapi non farmakologi yaitu dengan modifikasi gaya hidup untuk menurunkan tekanan darah.

1. Menurunkan berat badan

Indikator yang digunakan untuk mengetahui berat badan ideal adalah dengan menghitung IMT (indeks massa tubuh) dengan rentang 18,5-24,9 kg/m². Dengan melakukan diet dan mengonsumsi makanan tinggi serat dan protein dapat menurunkan berat badan. Jika berhasil menurunkan berat badan sekitar 2,5 – 5 kg maka tekanan darah sistolik dapat menurun sebanyak 5 mmHg.

Berikut perhitungan IMT (indeks massa tubuh):

$$\text{IMT} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m)}^2}$$

2. Diet penurun tekanan darah

Berdasarkan riset NIH (*National Institute of Health*) di Amerika Serikat, untuk menurunkan tekanan darah disarankan untuk mencoba diet DASH (*Dietary Approaches to Stop Hypertension*) yang terbukti efektif dalam menangani hipertensi. Diet DASH ini merekomendasikan untuk mengonsumsi makanan yang kaya akan magnesium, kalium dan serat. Serta mengurangi konsumsi makanan berlemak, kolesterol tinggi, daging merah, minuman manis, dan makanan asin.

3. Berhenti mengonsumsi alkohol dan merokok

Mengonsumsi alkohol dan merokok dapat meningkatkan tekanan darah. Zat nikotin yang terkandung dalam rokok bisa menyebabkan penyempitan pembuluh darah sehingga meningkatkan kerja jantung.

4. Penurunan stress

Stress dapat mempengaruhi kesehatan tubuh yaitu dengan meningkatnya hormon dalam tubuh yang mengakibatkan jantung berdebar kencang, nafas tidak beraturan, dan tekanan darah meningkat (Dafriani, 2019).

2.7 Obesitas

2.7.1 Definisi Obesitas

Obesitas merupakan penumpukan lemak tubuh secara berlebihan sehingga dapat meningkatkan risiko berbagai gangguan kesehatan. Umumnya, obesitas diidentifikasi melalui pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT), apabila seseorang dengan $\text{IMT} \geq 30 \text{ kg/m}^2$ maka dapat diklasifikasikan mengalami obesitas. Beberapa faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya obesitas meliputi konsumsi kalori yang berlebihan, kurangnya aktivitas fisik, pengaruh genetik, serta kondisi lingkungan (Santoso & Huang, 2024).

2.7.1 Klasifikasi Obesitas

Tabel 2.3 Klasifikasi Indeks Massa Tubuh (IMT)

Klasifikasi	Indeks Massa Tubuh (kg/m ²)
Berat badan kurang	<18.5
Normal	18.5–24.9
Berat badan lebih	25–29.9
Obesitas tipe 1	30–34.9
Obesitas tipe 2	35–39.9
Obesitas tipe 3	≥40

(Sumber: *World Health Organizations* (WHO), 2024)

2.7.2 Indeks Massa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) atau *Body Mass Index* (BMI) merupakan metode sederhana yang digunakan untuk menilai status gizi orang dewasa, terutama dalam mengidentifikasi kondisi kekurangan maupun kelebihan berat badan. IMT dihitung dengan membagi berat badan (dalam kilogram) dengan kuadrat dari tinggi badan (dalam meter), atau kg/m². Penggunaan perhitungan ini sebaiknya digunakan untuk individu berusia antara 18 hingga 70 tahun yang memiliki postur tubuh normal, dan tidak berlaku untuk atlet, binaragawan, wanita hamil, maupun menyusui (Sari et al., 2023).

2.7.3 Etiologi

Obesitas adalah suatu kondisi yang muncul akibat ketidakseimbangan energi dalam jangka waktu lama, ketika asupan kalori dari makanan melebihi jumlah energi yang dibakar oleh tubuh. Konsumsi makanan yang tinggi lemak, gula, dan kalori tanpa disertai aktivitas fisik yang memadai menjadi faktor utama penyebab penumpukan lemak dalam tubuh. Dalam banyak situasi, perubahan pola hidup masyarakat modern seperti kebiasaan makan yang kurang sehat serta minimnya gerak fisik berkontribusi besar terhadap meningkatnya prevalensi obesitas di berbagai kelompok usia (Riyadina & Indrawati, 2021).

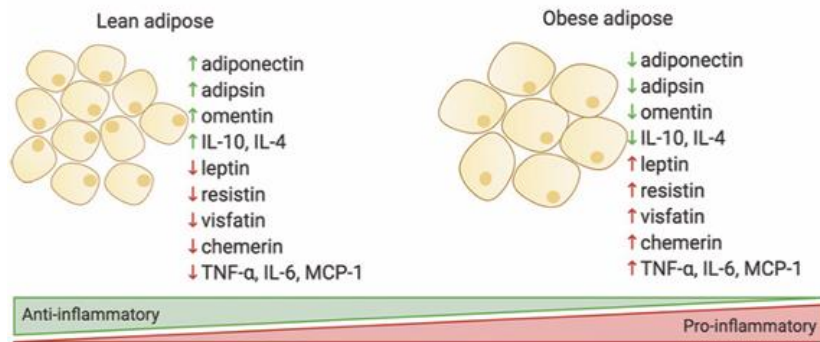
Selain aspek gaya hidup, faktor genetik juga memberikan pengaruh yang besar terhadap penyebab obesitas. Seseorang yang memiliki anggota keluarga dengan riwayat obesitas cenderung memiliki risiko lebih besar mengalami kondisi serupa, yang kemungkinan besar berkaitan dengan pengaruh gen terhadap mekanisme pengaturan nafsu makan serta proses metabolisme energi. Meskipun faktor genetik bukanlah satu-satunya penyebab, namun dengan adanya faktor ini dapat memperkuat dampak dari konsumsi makanan berlebihan dan kurangnya aktivitas fisik, sehingga mempercepat terjadinya obesitas (Ramadhan & Marissa, 2018).

Faktor psikososial juga merupakan salah satu penyebab obesitas yang sering tidak disadari. Kondisi seperti tekanan emosional, stres yang berlangsung lama, dan kecemasan dapat memicu perubahan pola makan, sehingga cenderung mengonsumsi makanan secara berlebihan sebagai bentuk pelarian emosional. Perilaku ini dikenal sebagai *emotional eating* dan telah terbukti memiliki kaitan erat dengan meningkatnya risiko obesitas (Nurkotimah & Nainggolan, 2019).

2.7.4 Patofisiologi

Jaringan adiposa terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu jaringan adiposa putih (*white adipose tissue*) dan jaringan adiposa coklat (*brown adipose tissue*). Di antara keduanya, jaringan adiposa putih merupakan tipe yang paling dominan jumlahnya dan ditemukan pada area visceral, khususnya di sekitar perut, serta di bawah kulit (subkutan). Jaringan ini berfungsi sebagai penghasil berbagai hormon yang disebut adipokin. Adipokin memiliki peran penting dalam regulasi metabolisme tubuh. Beberapa adipokin utama di antaranya:

- Leptin : berfungsi mengendalikan keseimbangan energi dengan cara menurunkan nafsu makan serta meningkatkan pembakaran energi.
- Adiponektin : membantu meningkatkan respons tubuh terhadap insulin dan memiliki sifat anti- peradangan.
- Resistin : diketahui berperan dalam menurunkan sensitivitas insulin, sehingga memicu resistensi insulin.
- Tumor Necrosis Factor-alpha (TNF- α): merupakan sitokin proinflamasi yang berperan dalam proses peradangan dan resistensi insulin.



Gambar 2.2 Perbedaan sitokin pada lean adipose dan obesitas

(sumber: Mamfaluti & Harca, 2024)

Obesitas terjadi akibat terganggunya keseimbangan homeostasis pada jaringan adiposa, dimana jumlah jaringan adiposa putih lebih dominan dibandingkan dengan jaringan adiposa coklat. Dalam keadaan obesitas, jaringan adiposa dapat menghasilkan molekul-molekul proinflamasi yang berperan dalam munculnya sindrom metabolik, seperti diabetes tipe 2, gangguan kardiovaskular, serta penyakit autoimun. Pembesaran sel-sel adiposit memicu peningkatan pelepasan sitokin inflamasi, yang kemudian mengganggu jalur sinyal insulin dan secara signifikan memperbesar risiko terjadinya berbagai penyakit kronis (Mamfaluti & Harca, 2024).

2.8 Hubungan Fisiologis Obesitas dan Hipertensi

Obesitas berperan penting dalam patofisiologi hipertensi melalui beberapa mekanisme fisiologis. Penimbunan lemak visceral mengaktivasi sistem saraf simpatis dan sistem renin-angiotensin-aldosteron (RAAS), menyebabkan peningkatan retensi natrium dan air, serta vasokonstriksi yang memicu peningkatan tekanan darah. Jaringan adiposa juga menghasilkan hormon dan sitokin inflamasi seperti leptin dan TNF- α yang meningkatkan resistensi insulin dan stres oksidatif. Hal ini mengganggu fungsi endotel pembuluh darah, menyebabkan kekakuan arteri, dan memperburuk regulasi tekanan darah. Dalam jangka panjang, interaksi antara obesitas dan tekanan darah tinggi meningkatkan risiko komplikasi seperti gagal jantung dan nefropati hipertensif (Hall *et al.*, 2015).